



Anàlisi de l'efecte de la oxigenoteràpia hiperbàrica en ferides d'origen diabètic

Revisió bibliogràfica

Treball de fi de grau d'infermeria

Alumna: Clara Berengüí Güell

Tutor: Dr. Aaron Castanera

Grau d'infermeria

Universitat de Girona

Curs acadèmic: 2017-2018

AGRAÏMENTS

M'agradaria donar les gràcies al meu tutor, Dr. Aaron Castanera, per la seva paciència, dedicació i recolzament per poder dur a terme aquest treball.

També donar les gràcies a la Dra. Concepció Fuentes, per guiar-me en els primers passos i motivar-me al iniciar aquest camí.

Agrair també al Dr. Ángel Romero, per facilitar-me alguns dels articles inclosos en aquest treball, i per donar-me consells que m'han ajudar a acabar de completar el treball.

Donar les gràcies al Dr. Dalmau Vila, per oferir-me tanta informació útil i donar-me la possibilitat de poder visitar la Unitat de Medicina Hiperbàrica de l'Hospital de Palamós. Així doncs, agrair també als membres d'aquesta unitat que van ensenyar-me el funcionament i van aclarir-me dubtes. Gràcies Dr. Inoriza, metge especialitzat en medicina hiperbàrica i subaquàtica, i al tècnic Joan Carles Morata, bussejador professional.

Finalment, mostrar el meu agraïment als meus pares, família, a en Genís, l'Elia i tots els companys, companyes, amics i amigues que m'han donat el millor d'ells en tot moment.

Índex de contingut

RESUM CIENTÍFIC	7
INTRODUCCIÓ	9
1. LA TERÀPIA HIPERBÀRICA	9
1.1. Efectes fisiològics del tractament.....	11
1.2. La cambra hiperbàrica	11
1.3. On es pot realitzar el tractament?	14
1.4. Contraindicacions de la teràpia.....	15
1.5. Efectes adversos de la teràpia.....	16
1.1.6. La infermera en la teràpia hiperbàrica	16
2. FERIDES CRÒNIQUES D'ORIGEN DIABÈTIC	19
2.1. Concepte de ferida.....	19
2.2. Úlcera d'origen diabètic	20
2.3. Classificació de les úlceres de peu diabètic.....	22
2.4. Epidemiologia	24
2.5. Tipus de cures convencionals.....	25
2.6. La infermeria i el maneig de les úlceres de peu diabètic	26
3. EVIDÈNCIA CIENTÍFICA.....	29
METODOLOGIA.....	30
OBJECTIUS.....	30
MATERIAL I MÈTODES	30
Disseny	30
Estratègia de recerca.....	30
Criteris d'inclusió i exclusió	32
Variables de resultats	32
RESULTATS	33
DISCUSSIÓ.....	42
LIMITACIONS	46
CONCLUSIONS	48
BIBLIOGRAFIA	49

Índex de figures

Figura 1: Cambra principal de la cambra hiperbàrica de l'Hospital de Palamós.	12
Figura 2: Cambra hiperbàrica monoplaça	12
Figura 3: Avant-cambra de la cambra hiperbàrica de l'Hospital de Palamós.	13
Figura 4: Composició histològica, capes de la pell.	19
Figura 5: Úlcera diabètica tipus isquèmica.	21
Figura 6: Úlcera diabètica tipus neuroisquèmica.	21
Figura 7: Úlcera diabètica tipus neuropàtic	21
Figura 8: Diagrama de flux de la recerca a Medline:Pubmed.	31
Figura 9: Diagrama de flux de la recerca a Cochrane.	31
Figura 10: Diagrama de flux de la recerca a Scielo.	31

Índex de taules

Taula 1: Equivalència de les atmosferes absolutes (ATA)	9
Taula 2: Factors de risc de patir una úlcera de peu diabètic	21
Taula 3: Factors relacionats amb el desenvolupament de les UPD	22
Taula 4: Classificació de Wagner de les úlceres	23
Taula 5: Classificació de les UPD segons la Universitat de Texas.	23
Taula 6: Relació entre l'exsudat i el tractament convencional indicat.	26
Taula 7: Alertes a l'hora de patir una UPD	27
Taula 8: Niells d'evidència científica.	29
Taula 9: Resultats dels articles inclosos a la revisió bibliogràfica.	34
Taula 10: Resum dels estudis reals segons les variables de resultat	39

RESUM CIENTÍFIC

CATALÀ:

Introducció: La oxigenoteràpia hiperbàrica (OTHB) és un tractament que es duu a terme en unes condicions de pressió atmosfèrica majors a les habituals, i amb la recepció d'oxigen al 100%. Aquest procés es realitza en una cambra hiperbàrica, que és capaç de suportar aquestes condicions especials. S'han definit certes indicacions per aquest tipus de teràpia, entre les quals la cura d'úlceres d'origen diabètic. Així doncs, la OTHB s'està convertint en un tractament esperançador per a resoldre aquest tipus d'úlceres, més complicades de cicatritzar amb la cura convencional.

Objectiu: Analitzar l'evidència científica publicada sobre l'efecte de la OTHB en la cura de ferides d'origen diabètic, en els últims 5 anys.

Material i mètodes: Es va realitzar una revisió bibliogràfica d'articles a les bases de dades Medline: Pubmed, Cochrane i Scielo, entre els mesos de novembre de 2017 i febrer de 2018. Així doncs, es van seleccionar i analitzar aquells articles d'interès per a resoldre els objectius.

Resultats: Es troben 17 articles que fan referència a l'efecte de la OTHB en les úlceres de peu diabètic. D'aquests estudis, n'hi ha 11 que condueixen a un resultat positiu de la teràpia sobre la curació de la ferida. Es descriuen beneficis en relació a la cicatrització, tan si és total o parcial, i el nombre de sessions administrades en cada estudi. També hi ha resultats favorables pel que fa la reducció de la càrrega bacteriana i l'eliminació de la possible infecció. L'amputació també en surt beneficiada en la majoria dels casos, ja que millora significativament.

Conclusions: La OTHB, juntament amb la cura estàndard, té un efecte positiu promovent la cicatrització de les ferides d'origen diabètic. A més, disminueix el nombre d'amputacions i redueix la càrrega bacteriana. El major efecte el produeix en les primeres sessions.

Paraules clau:

Oxigenoteràpia hiperbàrica, úlceres d'origen diabètic, peu diabètic, infermeria, pràctica en salut.

ANGLÈS:

Introduction: The hyperbaric oxygen therapy is a treatment that is developed in a lower atmospheric pressure than usually, and 100% of oxygen used. This process is made in an hyperbaric chamber, that is able to put up this special conditions. There are many indications that are defined in order to develop the HBOT, one of them is the healing of diabetic foot ulcers. This wounds are characteristic in people with diabetis and, mostly, with peripheral neuropaty. Therefore, HBOT is becoming an encouraging treatment to solve this type of wounds, which are complicated to heal with standard care.

Objective: To analize all published scientific evidence on the effect of hyperbaric oxygen therapy (HBOT) on the treatment of diabetic wounds, in the last 5 years.

Material and methods: A bibliographic review was developed in the Medine: Pubmed, Cochrane and Scielo between november 2017 to february 2018. Therefore, the most interesting articles where to be able to solve the objectives where selected and analized.

Results: There are 17 articles that refer to the effect of HBOT on diabetic foot ulcers. Of theses studies, there are 11 that lead to a positive effect of the therapy on wound healing. Benefits are reported in relation to healing, whether total or partial, and the number of sessions administered in each study. There are also favorable results in the reduction of bacterial load and the elimination of possible infection. Amputation rate is also better in most cases, as it significantly improves.

Conclusions: HBOT, combined with standard care, it has a positive effect promoting the diabetic wound healing. Moreover, decreases the number of amputations and the bacterial load. The most effect is produced in the first sessions.

Key words:

Hyperbaric oxygen therapy, diabetic ulcers, diabetic foot, nursery, practice in health.

INTRODUCCIÓ

1. LA TERÀPIA HIPERBÀRICA

La **oxigenoteràpia hiperbàrica (OTHB)** és un tractament que es fonamenta en l'obtenció de pressions parcials d'oxigen elevades, fent respirar oxigen pur al interior d'una càmera hiperbàrica, a una pressió superior a l'atmosfèrica. L'aire que respirem en condicions normals conté un 21% d'oxigen, quantitat suficient per a poder satisfer les necessitats bàsiques dels òrgans i teixits corporals. En condicions hiperbàriques, aquesta concentració canvia. Els individus respiren oxigen al voltant del 100% dins una cambra pressuritzada a nivells d'atmosfera majors als normals (1). Aquesta pressió es mesura amb Atmosferes Absolutes (ATA) [Taula 1].

Taula 1: Equivalència de les atmosferes absolutes (ATA)

Metres de profunditat	Atmosferes absolutes	mmHg
Nivell del mar	1	760
5	1'5	1140
10	2	1520
20	3	2280

Font: Article de Vidal i Vila D, de Rol de Enfermeria (2).

La ***Undersea Hyperbaric Medical Society (UHMS)*** (3) és una associació fundada al 1967. Treballa a nivell internacional i està format per uns 2.000 professionals de la salut de 50 països diferents, tots dedicats a la medicina hiperbàrica. Aquesta associació disposa de gran quantitat de documentació de recerca relacionada amb la medicina hiperbàrica. S'encarrega de donar indicacions sobre condicions òptimes durant una sessió de teràpia hiperbàrica, per a seguir a nivell internacional.

Estableix els marges terapèutics d'aquesta teràpia, referint que ha de ser administrada en les següents condicions perquè sigui efectiva (4):

- Pressió > 2'4 Atmosferes absolutes (ATA).
- Concentració d'oxigen al 100% aproximadament.
- Temps d'exposició 60-120 minuts.

Una de les principals recomanacions és que la teràpia no augmenti de 3 ATA.

L'**European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM)** (5) és un comitè que també tracta aspectes de l'àmbit hiperbàric, però a nivell europeu. Fa referència als marges terapèutics, els quals no varien gaire en relació a la UHMS. La única diferència és la recomanació de realitzar el tractament a una pressió de >2 ATA, en relació a les 2'4 ATA que recomanen a nivell internacional. La diferència no és significativa (6).

Encara que els comitès i associacions ens estableixin pautes, les característiques del tractament vindran donades pel metge.

La UHMS (3), estableix un seguit d'indicacions per a la OTHB. Aquestes indicacions també les aprova la *British Hyperbaric Association* (7):

Indicacions no relacionades amb ferides:

- Descompressió submarina.
- Embolisme d'aire / gas.
- Insuficiència arterial
- Intoxicació per monòxid de carboni.
- Anèmia de pèrdua de sang excepcional.
- Abscés intracranial.

Indicacions relacionades amb ferides:

- Lesió per radiació tardana (osteoradionecrosis).
- Infeccions necrotitzants de teixits tous.
- Cremades tèrmiques.
- Ferides problemàtiques concretes.
- Empelts.
- Miositis clostrídica.
- Osteomielitis refractària.

Al voltant del 1960 es comença a valorar l'ús de la OTHB en ferides cròniques. L'objectiu és que augmenti el transport d'oxigen del torrent sanguini, fent arribar més quantitat a les cèl·lules de l'organisme (8). Es decideix que es pot aplicar a les ferides cròniques per tots els efectes fisiològics que aporta la OTHB sobre l'organisme.

Aquesta teràpia hiperbàrica s'ha de dur a terme conjuntament amb la curació estàndard de les ferides (explicat en l'apartat 2.5).

1.1. Efectes fisiològics del tractament

L'organisme necessita l'oxigen adequat a les cèl·lules per a poder funcionar de manera òptima. El fet que la OTHB s'utilitzi com a tractament en molts casos és per els canvis fisiològics que provoca en l'organisme (9).

Alguns d'aquests efectes que es donen sobre l'organisme són (1,8):

- Provoca hiperoxigenació. Les condicions a les que s'està exposat fa que el teixit hipòxic tingui una millor recuperació dels nivells d'oxigen. Les cèl·lules hiperoxigenades tornen al seu funcionament inicial però amb menys despesa energètica.
- Permet una normalització bioenergètica de la cadena respiratòria. Millora la producció d'energia a nivell mitocondrial.
- La teràpia hiperbàrica estimula el creixement de nous capil·lars. Una major xarxa de vasos promou la major circulació d'oxigen i nutrients. Secundàriament, ajuda a la penetració de medicaments i antibiòtics cap a teixits més profunds, millorant-ne l'efecte.
- Estimula la capacitat per eliminar els cossos estranys del torrent sanguini (funció que fan els glòbuls blancs).
- Estimula el procés de remodelació normal dels ossos.
- Estimula la resposta immunitària de l'organisme.
- Té un potent efecte antiinflamatori. Així doncs, ajuda a reduir la inflor (edema) de certes parts de l'organisme.
- Mitiga els efectes nocius del monòxid de carboni de l'organisme i a nivell cerebral.

1.2. La cambra hiperbàrica

El tractament hiperbàric necessita unes condicions especials. L'ambient en el que es desenvolupa la teràpia s'aconsegueix dins una cambra hiperbàrica [Figura 1].

Una cambra hiperbàrica és un recipient estancat d'estructura rígida i cilíndrica, generalment feta d'alumini o acer. La forma i composició d'aquest espai té com

a objectiu suportar al seu interior diferents tipus de barreges de gasos a pressions molt superiors a les atmosfèriques (2,8).



Figura 1: Cambra principal de la cambra hiperbàrica de l'Hospital de Palamós.

Tipus de cambres hiperbàriques:

Existeixen diferents tipus de cambres hiperbàriques. Es poden classificar segons la mida/capacitat: les cambres de capacitat única, anomenades monoplaça [Figura 2], o cambres de capacitat múltiple, anomenades multiplaça [Figura 1] (10).

Cambra monoplaça:

Cambra d'ús individual, amb capacitat per a un únic pacient, el compartiment és exclusiu (11) .

El pacient respira lliurement a l'interior de la cambra sense necessitat de cap dispositiu addicional. L'usuari es trobarà estirat durant la sessió, i aïllat dels professionals que l'atenen. Així



Figura 2: Cambra hiperbàrica monoplaça (18).

doncs, el control de l'estat del pacient es farà de manera visual, a través de finestres de material transparent. En cas de que hi hagués problemes importants no es podria assistir al pacient de manera immediata. Primer s'hauria de realitzar la descompressió de la cambra i, posteriorment, l'atenció individualitzada del problema derivat.

Cambra multiplaça:

Cambra que permet el tractament múltiple [Figura 1]. Té capacitat per a una, dues o més persones, a més de un o dos professionals sanitaris experts (generalment un professional d'infermeria) (12).

El pacient rep l'aire amb màscara facial, campana o amb dispositiu per via aèria artificial, en cas de que el pacient en sigui portador.

Un dels principals beneficis d'aquest tipus de cambra és que els pacients poden estar acompanyats a l'interior per un professional sanitari autoritzat. Això permet que es pugui actuar de manera immediata en cas de que succeeixi qualsevol problema durant la sessió (11,13).

Les cambres multiplaça poden estar dotades d'un o dos compartiments (11):

- L'avant-cambra [Figura 3] és el compartiment per on els pacients i els professionals poden accedir a l'interior del dispositiu. Aquest compartiment serveix per poder facilitar l'entrada i sortida per persones durant una sessió sense haver d'interrompre-la. Les pressions d'aquest compartiment són independents amb la cambra principal, i ens permet realitzar pressuritzacions i despressuritzacions diferents a cada cambra.



Figura 3: Avant-cambra de la cambra hiperbàrica de l'Hospital de Palamós.

La pressurització consisteix en abandonar l'estat de pressió atmosfèrica, per anar tolerant un ambient hiperbàric de manera progressiva. La despressurització, en canvi, és el mateix procediment però aplicat a l'inversa: s'abandona l'ambient hiperbàric per tornar a la pressió atmosfèrica de manera progressiva.

- La cambra principal [Figura 1] és el compartiment més gran del dispositiu. La teràpia hiperbàrica té una durada perllongada, per això es disposa de butaques, en les que el pacient podrà estar assegut durant aquest període de temps. En el cas de pacients crítics, té capacitat per un o més llits.

A l'interior de la cambra hiperbàrica es troben diferents dispositius que ens poden ser útils per a les cures d'infermeria. Generalment trobem equipament com tensiòmetre manual, gasses i apòsits per cures de ferides, agulles i xeringues, etc.

1.3. On es pot realitzar el tractament?

A nivell de l'estat espanyol, existeix el **Comité Coordinador de Centros de Medicina Hiperbàrica** (CCCMH) (5) , co-fundador de l'*European Committee for Hyperbaric Medicine*. Aquest comitè és una associació sense ànima de lucre que estableix vincles coordinatius entre diferents centres practicants de medicina hiperbàrica. L'associació va ser creada a Barcelona, l'any 1988 i, actualment, segueix en funcionament. És l'encarregat de representar al ECHM a Espanya.

Els objectius principals del CCCMH són la revisió d'indicacions terapèutiques, establiment de sistemes de control de qualitat, confecció de programes de docència i organització de protocols d'estudi i d'investigació.

Els centres que disposen de cambres hiperbàriques, han de tenir uns requisits imprescindibles que redacta el propi CCCMH. També s'ha de disposar d'un metge titulat superior en Medicina Subaquàtica i Hiperbàrica.

Actualment, a Catalunya, només es disposa de dues cambres hiperbàriques, les quals es troben localitzades a l'Hospital Moissés Broggi (Barcelona) i a l'Hospital de Palamós. Pel que fa a Espanya, n'hi ha algunes més, sobretot a zones costaneres per la gran abundància de submarinistes, ja que els accidents disbàrics necessiten actuació immediata i especial, com la que es dona a les cambres hiperbàriques (1,14). Aquestes poden ser monoplaça o multiplaça, però han de ser homologades per a poder ser funcionals.

1.4. Contraindicacions de la teràpia

Hi ha un seguit de contraindicacions que fan que no tots els pacients puguin rebre aquest tipus de teràpia. Les podem dividir en dos tipus: les relatives i les absolutes (12).

Contraindicacions relatives: es realitzarà una planificació prèvia i una valoració integral del pacient per decidir si es durà a terme el tractament:

- Antecedents recents de cirurgia toràcica (excloent toracocentesi, que és contraindicació absoluta).
- Antecedents de neuritis òptica.
- Infeccions respiratòries de les vies altes, patologia de sinus paranasals i/o oïda mitja.
- Obstrucció intestinal.
- Episodi actiu de febre elevada.

Contraindicacions absolutes:

- Pneumotòrax no resolt o antecedents de pneumotòrax espontanis, els quals es poden reproduir novament per l'exposició a altes pressions.
- Toracotomia recent, en que la incisió es pot reobrir per exposició a altes pressions.
- Cardiopatia pulmonar descompensada, en un estat agut de la patologia.
- Tractament amb agents quimioteràpics alquilants, esteroides o narcòtics.
- Antecedents de claustrofòbia.
- Antecedents de crisis convulsives.
- Antecedents d'EPOC o patologia descompensada, hi ha perill d'intoxicació.
- Dones embarassades. Si augmenta la pressió d'aire, també pot augmentar el nivell de nitrogen, el qual travessaria la barrera placentària provocant danys al fetus.

1.5. Efectes adversos de la teràpia

La teràpia hiperbàrica també pot desenvolupar efectes adversos i diferents problemes derivats de la pràctica d'aquesta tècnica. La prevalença d'efectes adversos és molt baixa, i generalment no haurien de produir-se si la teràpia és aplicada correctament. Tot i així, sempre s'ha de tenir cura ja que, en alguns casos, el control estricte i l'aplicació adequada no han sigut suficients per evitar algun efecte secundari.

Els principals efectes adversos esdevenen en els moments de inici i finalització de la sessió (pressurització i despressurització) (12), a causa de la diferència de pressió a la que és exposat l'organisme. Es poden ocasionar barotraumes a diferents zones de l'organisme com oïda, sinus paranasals, pulmons, etc. Fins a poder provocar una embòlia gasosa. També hi ha casos de pneumotòrax, tot i que només en els casos més extrems es podria produir una parada cardiorespiratòria. A major lentitud de descompressió, menor probabilitat de patologia descompressiva (15).

Durant la sessió també hi pot haver problemes importants en l'organisme del pacient, com la intoxicació (12). Hi ha una exposició continuada i a alta pressió d'oxigen hiperbàric. La pèrdua de consciència també pot produir-se, a causa de l'acumulació de nitrogen en sang i teixits (16).

S'han trobat casos de pacients que han desenvolupat episodis de claustrofòbia. Aquest no seria un efecte advers directe de la teràpia, sinó una conseqüència de l'entorn en el que s'està realitzant (15).

1.1.6. La infermera en la teràpia hiperbàrica

Com en molts dels camps de la medicina, les infermeres completen el tractament mèdic i són responsables de l'aplicació pràctica del tractament del pacient. En la teràpia hiperbàrica hi ha un seguit de funcions que realitza infermeria.

La medicina hiperbàrica encara no és reconeguda com una especialitat infermera, però és important conèixer alguns aspectes (17):

- Principis generals de la teoria de descompressió, tècnica de busseig i pneumàtica.

- Tècnica hiperbàrica general. Coneixement sobre els aspectes bàsics que caracteritza la teràpia hiperbàrica, i la tècnica que es duu a terme.
- Mesures de seguretat i prevenció. Com a infermeres, és important tenir un control de les mesures de seguretat i saber-les executar.
- Tècniques generals infermeres.

A continuació, es fa una breu descripció de les funcions infermeres en els períodes pre-sessió, intra-sessió i post-sessió.

Pre sessió:

És molt important que infermeria mostri certes aptituds rellevants pel pacient a nivell psicoemocional; com calma, resolució de dubtes, serenitat i seguretat.

Abans de que inici la sessió, la infermera s'encarregarà d'instruir sobre com col·locar la mascara per la inspiració d'alt flux. És necessari que l'oxigen estigui en condicions adequades però també que es rebi de manera òptima, per això també haurà d'instruir sobre com realitzar una bona respiració abdominal i diafragmàtica (2,18).

En un ambient hiperbàric es produeixen variacions en totes aquelles cavitats que continguin aire. Així doncs, hi ha algunes tècniques d'infermeria que han d'adaptar-se a aquestes condicions: tots aquells dispositius que portin globus (sondes, tubs, etc.) han d'emplenar-se amb aigua destil·lada o sèrum fisiològic. És una manera en que s'evita una important variació de volums en el globus d'aire per augment de la pressió (2).

Infermeria s'ha d'encarregar d'instruir als participants sobre tècniques d'equilibri de pressions entre l'exterior i l'oïda mitja. Entre les més comuns hi ha la maniobra de Valsalva, que consisteix en expulsar aire amb força mantenint boca tancada i fosses nassals tapades. D'aquesta manera, augmenta la pressió a la cavitat nasal fent que es compensi amb l'oïda mitja (12,16).

Els professionals que es troben a la unitat s'han d'encarregar de fer complir algunes normes per a la seguretat de tots. Aquestes normes inclouen deixar fora de la cambra tots aquells dispositius elèctrics, encenedors, etc. que puguin causar interaccions realment perilloses. A més, és important evitar tots aquells productes que continguin bases alcohòliques, les quals poden provocar interaccions amb l'oxigen d'alta concentració (16).

Intra sessió:

Durant el procés de la sessió, els pacients es troben acompanyats pel professional d'infermeria (en cas d'estar en una cambra multiplaça), qui serà capaç de donar-li els recursos necessaris per a un bon confort i atenció.

És possible que ens trobem davant pacients estables, però també pot ser que algun es trobi en condicions crítiques amb necessitat de cures específiques. Les cures o tècniques a l'interior de la cambra han d'estar adaptades a l'ambient hiperbàric (17):

- Control de constants: en cas de que sigui amb monitor haurà de ser un monitor especial, a causa de la prohibició de dispositius elèctrics. No tots els centres disposen d'aquest tipus de monitors.
- El pacient pot estar en condicions crítiques i requerir respiració assistida. L'aparell elèctric no pot estar a l'interior de la cambra, també s'ha de substituir per un d'especial.
- En cas de que fos necessària una desfibril·lació, la sessió ha de finalitzar de manera progressiva. Durant aquest període de temps, infermeria realitza maniobres de RCP.

En la intra-sessió, infermeria ha de realitzar les mateixes mesures preventives que els pacients, ja que també s'exposa a aquest ambient hiperbàric.

Post sessió:

Un cop acaba la sessió i la descompressió s'ha realitzat de manera adequada, infermeria s'encarrega d'extreure tots els dispositius del pacient i comprovar de manera activa i passiva que està en bones condicions. És important informar al pacient de que alerti de qualsevol símptoma que consideri estrany, valorant també l'estat de consciència i cognitiu (2).

2. FERIDES CRÒNIQUES D'ORIGEN DIABÈTIC

2.1. Concepte de ferida

Una ferida és una lesió que es produeix a la pell per una pèrdua de la integritat del teixit corporal. Aquesta lesió pot ser originada per diferents agents (19). La pell és l'òrgan més extens de l'organisme i la seva funció, la qual és protegir-nos, fa que rebi una gran quantitat de traumatismes mecànics, que li produeixen danys la majoria de les vegades. La pell està composta per diferents capes [Figura 4].

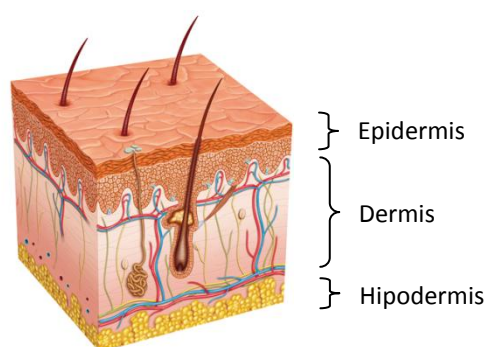


Figura 4: Composició histològica, capes de la pell (20).

La **epidermis** és la capa més externa i més prima del cos. A les zones en que està més exposada a la fricció (planta dels peus, palma de les mans, etc.), té major gruix (20).

Pel que fa a la **dermis**, estem parlant d'una constitució de teixit conjuntiu. Hi ha presència de vasos sanguinis, nervis i glàndules subcutànies. A més, podem començar a trobar fol·licles pilosos (19).

La **hipodermis** es troba unida als òrgans subjacents (ossos o músculs). Aquesta capa conté una gran quantitat de cèl·lules adiposes (21).

Quan les ferides es troben danyades segueixen un procés de reparació, anomenat cicatrització. El procés de cicatrització, en condicions normals, es pot dividir en diferents fases (19):

- **Inflamació:** aquesta fase pot tenir una durada de 3 a 6 dies. Es produeix una desgranulació de les plaquetes, l'activació de la cascada de coagulació i mobilització de les cèl·lules inflamatòries a la zona lesionada.

- **Proliferació i reparació tissular:** fase de 4 o 14 dies de duració. Es produeix una estimulació del factor de creixement que fa que les cèl·lules dels marges de la ferida proliferin i comencin a epitel·litzar.
- **Remodelació o maduració:** inicia el dia 8, aproximadament, i pot tenir una durada d'1 any. Es realitza un dipòsit abundant de col·làgena a la zona més prima de la ferida. Arriba un moment en que reabsorbeix tota la pell i només queda la capa de col·lagenasa, més forta, resistent i organitzada.

Quan la ferida no es troba en condicions adequades, aquestes tres fases varien el temps de duració, fent molt més difícil la cicatrització total de la ferida.

2.2. Úlcera d'origen diabètic

La diabetis mellitus (DM) és un trastorn metabòlic que produeix concentracions elevades de glucosa (hiperglucèmia) de manera persistent o crònica, provocat per la disminució de la producció d'insulina i/o per una manca d'acció perifèrica d'aquesta. La DM provoca alteracions a nivell tissular que fan que la probabilitat de patir una úlcera sigui molt major que en qualsevol altre tipus de pacient (22). Les úlceres d'origen diabètic són ferides que apareixen a la pell i es considera una de les complicacions més importants de la diabetis. Amb la úlcera de peu diabètic hi ha una alteració clínica, induïda per la hiperglucèmia mantinguda de pacients diabètic (23). Les úlceres de peu diabètic (UPD) poden tenir diferents causes. Segons aquest criteri de causalitat, les diferenciem en (22,24):

- Les **úlceres isquèmiques** [Figura 5]: generalment, localitzades a les zones més distals, amb placa necròtica i amb morfologia molt variable. Absència de pols perifèric, però solen ser doloroses.
- Les **úlceres mixtes neuroisquèmiques** [Figura 6]: es combinen signes, símptomes i característiques de les de tipus isquèmic i neuropàtic.
- Les **úlceres d'origen neuropàtic** [Figura 7]: normalment d'aparició en zones superficials del metatars, a la superfície plantar i en zones de punts de pressió. També poden aparèixer de manera secundària a traumatismes. Són indolores però amb presència de polsos distals.

El maneig de cada tipus de úlcera varia a causa de les característiques.



Figura 6: Úlcera diabètica tipus isquèmica (24).



Figura 5: Úlcera diabètica tipus neuroisquèmica (24).



Figura 1: Úlcera diabètica tipus neuropàtica (24).

Hi ha un conjunt de factors de risc que predisposen al pacient a patir una úlcera de peu diabètic. Aquests poden ser modificables o no modificables (25,26):

Taula 2: Factors de risc de patir una úlcera de peu diabètic

No modificables	Modificables
<ul style="list-style-type: none"> - Edat avançada. - DM de més de 10 anys d'evolució. - Antecedents personals d'ulceració - Antecedents personals d'amputació. 	<ul style="list-style-type: none"> - Neuropatia i malaltia vascular perifèrica. - Obesitat i tabaquisme. - Mal control metabòlic (HbA1C). - Deformitats a extremitat inferior. - Ús de calçat inadequat. - Higiene deficient de peus.

Font: Guia clínica de Frykberg RG, et al (25)

Tot i que tots aquests factors de risc poden intervenir en la patologia de peu diabètic, el més important i la complicació que més problemes pot donar a l'hora de desenvolupar una UPD és la neuropatia diabètica (27).

D'acord amb *l'International Consensus Group on Neuropathy*, la neuropatia diabètica es defineix com la disfunció del nervi perifèric en persones amb diabetis. No és una condició que tots els diabètics tinguin neuropatia, però és una de les complicacions diabètiques més habituals a llarg termini (23,28). La neuropatia perifèrica diabètica és multifactorial, és a dir, és produïda per un cúmul de factors, la majoria interns de l'organisme. Degut a aquesta alteració, hi ha una pèrdua de la sensació i sensibilitat a les extremitats inferiors. El risc d'ulceració en peu diabètic augmenta fins a set vegades en aquells pacients que pateixen neuropatia perifèrica (29,30). La complicació extrema d'una úlcera d'origen diabètic, pot acabar desencadenant una amputació de l'extremitat (31).

Si a la neuropatia s'hi afegeix l'arteriopatia diabètica, el problema és molt major. En aquest cas, els vasos sanguinis que irriguen les extremitats inferiors s'endureixen i s'estrenyen, provocant una disminució del flux sanguini i la incapacitat d'aportar components per dur a terme el procés de cicatrització (23).

Segons el grup de nafres i ferides de l'Associació d'Infermeria Familiar i Comunitària de Catalunya (AIFICC) (24), es consideren tres tipus de factors relacionats, diferents als de risc:

Taula 3: Factors relacionats amb el desenvolupament de les UPD

Factors de predisposició (de risc)	Factors desencadenants	Factors agreujants
Neuropatia: sensitiva, motora i autonòmica.	Extrínsecs: traumatismes físics, tèrmics o químics.	Infecció.
Vasculopatia: macroangiopatia i microangiopatia.	Intrínsecs: deformitats del peu.	Isquèmia.
Els factors de predisposició fan que el "peu normal" esdevingui un "peu diabètic".	Si actuen en un peu diabètic, els factors desencadenants provoquen que inici de la lesió.	Aquests incideixen en la cronicitat de l'úlcera i les seves complicacions, bàsicament en un major índex d'amputació.

Font: Guia de l'Associació d'Infermeria Familiar i Comunitària de Catalunya (AIFICC) (24)

2.3. Classificació de les úlceres de peu diabètic

L'avaluació i la categorització exhaustiva i sistemàtica de les úlceres del peu ens ajuden a tenir una guia sobre el tractament adequat. Hi ha diferents esquemes de classificació de les úlceres: classificació de Wagner-Meggitt [Taula 4] (24) i la classificació de la Universitat de Texas [Taula 5] (32).

El sistema de **Wagner** [Taula 4] és el més utilitzat, i ens indica l'estadi en que es troba la úlcera en el moment de la valoració de la ferida. Aquesta classificació es va desenvolupar al voltant del 1970 i es pot considerar la classificació més àmpliament acceptada i universalment més utilitzada (33).

Originalment, la classificació divideix les úlceres en 6 graus:

Taula 4: Classificació de Wagner de les úlceres

0	1	2	3	4	5
Lesió absent però alt nombre de factors de risc.	Úlcera superficial. Compromet pell, no tx. subjacents	Úlcera profunda. Afecta fins lligaments i músculs. No compromet os.	Úlcera profunda amb abscess. Osteomielitis. Extensa, profunda amb secreció i mala olor.	Gangrena localitzada. Úlcera a tx. profunds i amb necrosis. Localitzada a una sola part.	Gangrena extensa. Compromet tot el peu, afecta totes les capes, tx. i ossos. Efectes sistèmics.

Font: Guia de Peu diabètic de l'AIFICC (24)

La classificació de la **Universitat de Texas** [Taula 5] és una remodelació de la classificació de *Wagner*. Va ser dissenyada l'any 1996 i validada l'any 1998. Utilitza quatre divisions, cadascuna d'elles representades segons si hi ha infecció, isquèmia o ambdues. Així doncs, és un avenç en la classificació de Wagner, ja que afegeix el component d'infecció, que pot causar problemes a nivell sistèmic (32). Tot i així, encara no hi ha una gran aplicació d'aquesta classificació a la pràctica.

Taula 5: Classificació de les UPD segons la Universitat de Texas

Estadi	Grau			
	0	I	II	III
A	Lesions pre o postulceroses epitel·litzades.	Ferida superficial, no afecta tendó, càpsula o os.	Ferida a tendó o càpsula.	Ferida penetrant a l'os o articulació.
B	Infectada	Infectada	Infectada	Infectada
C	Isquèmica	Isquèmica	Isquèmica	Isquèmica
D	Infectada i isquèmica	Infectada i isquèmica	Infectada i isquèmica	Infectada i isquèmica

Font: Publicació digital de González de la Torre H, et al (32)

2.4. Epidemiologia

La diabetis és una malaltia molt prevalent a nivell mundial. Segons dades de la **Organització Mundial de la Salut** (OMS), hi havia 422 milions de persones que patien DM l'any 2014 a tot el món. Aquesta prevalença havia augmentat del 4'7% l'any 1980 al 8'5% al 2014 (34) .

La DM2 està molt relacionada amb els estils de vida de les persones. És així com alguns estudis realitzats per la OMS, demostren que la patologia augmenta en països d'ingressos mitjans i baixos, on l'alimentació, l'activitat física i la medicació no tenen un equilibri adequat. Així doncs, també és a les zones on més prevalença d'úlceres i amputacions es troben.

A nivell de l'estat espanyol, hi ha un estudi epidemiològic realitzat per la **Societat Espanyola per la Diabetis** (35) anomenat *di@bet.es* (36). L'estudi respon a les necessitats d'actuar i analitzar els resultats referents a la prevalença de la DM. Es va poder demostrar que al voltant del 10-12% de les persones residents a la regió espanyola i majors de 18 anys, pateixen DM2 (36). D'aquestes, només un 8'1% saben que la pateixen, així doncs, la resta de persones que no la coneixen i desenvolupen complicacions com les úlceres de manera més abundant (26).

A Catalunya, la prevalença de DM tipus 2 és d'un 7'5% de la població total. Pel que fa la incidència (nombre de casos nous) de la patologia ha augmentat del 6% al 13% en els últims anys, per tant, es requereix molta més prevenció per a reduir-la (37).

Una de les principals complicacions de la diabetis i que és la causant de la major part de les úlceres és la neuropatia diabètica, com s'ha comentat en apartats anteriors. La neuropatia diabètica la trobem present en dos de cada tres diabètics en el moment de l'examen diagnòstic. El control d'aquesta complicació és molt necessària, ja que entre el 75-85% de les amputacions de membres inferiors venen precedides per úlceres de causa neuropàtica (38).

Els trastorns del peu com ara la ulceració, la infecció i la gangrena són les principals causes d'hospitalització en pacients amb diabetis mellitus.

Aproximadament, del 15 al 20% dels pacients que pateixen DM, hauran de ser hospitalitzats per una complicació del peu en algun moment de la seva malaltia.

2.5. Tipus de cures convencionals

Les cures de les ferides d'origen diabètic sempre han d'anar acompanyades d'un bon control de la patologia. Això suposa que hi hagi un seguit de cures generals necessàries a dur a terme durant el període de cribratge (24). Hi ha d'haver un bon control metabòlic de la diabetis, control dels factors que alteren el metabolisme, higiene i control del peu.

A part d'aquestes cures a nivell general, també n'hi ha a nivell local amb l'aplicació d'apòsits i hidrogels, les quals permeten el control i resolució de la ferida. Així doncs, l'any 2000, a Canadà i als Estats Units, va sorgir el terme TIME. Aquest va ser elaborat i estudiat pels doctors Gary Sibbald i Vicent Falanga (39) .

El concepte de preparació del llit de la ferida (TIME) ha suposat un gran avanç en el tractament de les ferides (40). Aquest concepte no és estàtic, sinó dinàmic, ja que s'adapta a les necessitats de les ferides i del procés de cicatrització en que es troben. El concepte TIME defineix 4 termes:

- **T (tissue)**: teixit no viable per a la cicatrització i curació de la ferida s'ha d'eliminar amb el desbridament. L'objectiu és suprimir teixits necròtics, materials externs o infectats d'una ferida (22). D'aquesta manera ajuda a estimular factors locals de creixement.

Hi ha diferents tipus de desbridament, i els més utilitzats són (24,30,40): el quirúrgic (per escares necròtiques), l'enzimàtic (utilitza enzims de col·lagenassa), l'autolític, la teràpia biològica amb larves (trenquen el teixit mort amb enzims proteolítics) i el mecànic.

- **I (infection)**: la infecció de la ferida és un dels problemes més importants que podem trobar-nos en una UPD, i una de les principals causes pel que s'ha d'acabar produint l'amputació de l'extremitat (40). La gestió de la infecció és molt important, i requereix un tractament antibiòtic que pot ser a nivell local (apòsits de plata) o a nivell general, segons la severitat de la càrrega bacteriana.

- **M (Moisture imbalance):** desequilibri de la humitat. El tractament es realitza controlant la quantitat d'exsudat que té la ferida. A continuació deixo un esquema dels principals apòsits per tractar l'exsudat:

Taula 6: Relació entre l'exsudat i el tractament convencional indicat

TIPUS	OBJECTIU	PRODUCTE PRINCIPAL
Exsudat baix	Cura en ambient humit	Hidrocoloide. Crema barrera. Apòsit d'escuma.
Exsudat intermedi	Control de l'exsudat	Apòsit d'escuma. Crema barrera. Apòsit d'escuma.
Exsudat alt	Control i reducció de l'exsudat	Alginat + escuma. Pel·lícula barrera. Apòsit escuma.

Font: Guia TIME de l'AIFICC (40)

S'han trobat molts hidrogels, hidrocoloides, alginats i molts compostos de plata que promouen la cicatrització de la ferida i redueix la contaminació bacteriana (41).

- **E (Edge of wound):** hi ha pell perilesional que no evoluciona o està debilitada. És important reduir un dels factors desencadenants de la ferida, la pressió. Es pot fer amb apòsits adhesius d'espuma de poliuretà, els més utilitzats en l'atenció primària (40).

El concepte TIME encara segueix vigent per a realitzar el maneig de les UPD.

2.6. La infermeria i el maneig de les úlceres de peu diabètic

Infermeria té un paper molt important en el maneig de les úlceres de peu diabètic, anant des de la prevenció primària fins a la cura de la UPD. Hi ha diferents àmbits d'actuació en que infermeria intervé activament per al maneig de les UPD (42).

Prevenció i determinació del risc

Infermeria s'encarrega d'evitar alteracions i factors de risc de la DM i les UPD. És un procés de promoció de la salut.

Per a dur a terme aquest procés, s'ha de realitzar l'entrevista de valoració infermera i recollir dades importants com antecedents d'interès, seguiment i control metabòlic, i estat físic per evitar sobrepès o obesitat, ja que són factors de risc (43)

Per altra banda, és important que la infermera realitzi el control del peu diabètic, fent-ne l'exploració (24):

- **Inspecció visual:** Es tracta de realitzar una valoració de l'aspecte de l'extremitat inferior, control de la pell, onicopaties, deformitats estructurals, etc.
- **Avaluació vascular:** s'han de realitzar les tècniques de palpació de pols i control neurovascular. Una de les proves complementàries que ens ajuden a detectar una possible alteració a nivell vascular és l'índex turmell - braç (ITB). L'ITB és la pressió sistòlica de l'artèria tibial anterior, posterior o femoral dividida entre la pressió sistòlica humeral. Un ITB menor a 0'9 ens està revelant l'existència d'una malaltia arterial perifèrica.
- **Avaluació de la neuropatia:** per a detectar alteracions a nivell neuropàtic s'han de realitzar testos que ens permeten determinar l'agudesia sensitiva del pacient a l'extremitat inferior. Es realitza el test del monofilament de Semmes-Weinstein, així fer control de la sensibilitat somatosensorial superficial del peu. En cas de voler avaluar la sensibilitat vibratòria es realitzarà amb el diapasó.

Segons el resultat de les proves anteriorment descrites, infermeria determina el risc de patir peu diabètic i determina la freqüència d'inspecció infermera:

Taula 7: Alertes a l'hora de patir una UPD

Risc	Característiques	Freqüència d'inspecció
BAIX RISC	Sensibilitat conservada, polsos palpables.	Anual.
RISC MITJÀ	Neuropatia, absència de pols o altres factor de risc.	Cada 3-4 mesos.
ALT RISC	Neuropatia o polsos absents i deformitat o canvis a la pell. Úlcera prèvia.	Cada 1-3 mesos.
PEU ULCERAT		Tractament individualitzat

Font: Guia de pràctica clínica sobre diabetis tipus 2 del Departament de Sanitat i Consum (44)

Un cop descrit el tipus de risc de patir UPD, infermeria programa un seguit d'objectius (45). En situacions de baix-mig risc, es farà entendre al pacient les raons per les quals cal adquirir hàbits saludables i canvis en l'estil de vida. S'ha d'instruir al pacient sobre com realitzar una bona higiene del peu i indicar quin és el calçat més adequat. S'ha d'advertir sobre signes d'alerta.

En cas de que el pacient ja tingui un alt risc, s'hauran de realitzar totes les mesures anteriors i, a més, control de la temperatura a la que renten els peus, evitar fonts de calor properes i evitar instruments tallants per les ungles (fer-ho amb llima).

Cura infermera en la ferida existent

En molts casos, la prevenció infermera i alerta del risc no són efectives, i s'acaba desenvolupant una úlcera per etiologia diabètica.

Infermeria, un cop observa l'aparició de la úlcera ha de realitzar un seguit d'inspeccions (41):

- **Examinació física:** examinació completa del pacient, del seu estat general. Control de temperatura per descartar infecció i control de polsos perifèrics.
- **Avaluació de la úlcera:** control de les característiques de la úlcera. S'ha de determinar la ubicació, la mida, la profunditat i l'aparença. Si en avaluar la profunditat hi ha una troballa positiva de massa òssia, té un valor predictiu per a osteomielitis.
- **Control metabòlic:** seguir amb el control metabòlic adequat.
- **Control vascular:** és important que si les úlceres tenen indicacions per ser revascularitzades, es realitzi el més aviat possible. L'objectiu és aconseguir condicions òptimes per la resolució de la ferida.
- **Tractament físic de la ferida:** infermeria s'encarrega del maneig de la ferida a nivell físic. Per tant, serà el professional que controlarà l'evolució del tractament i determinarà si és efectiu o no, segons el concepte TIME.

En alguns casos, tot i manejar correctament les ferides, no es cicatritzen en un període de temps convenient. Situacions com aquestes han fet que s'investigués i s'evolucionés al llarg dels anys, aconseguint alternatives terapèutiques (22,41).

3. EVIDÈNCIA CIENTÍFICA

L'evidència científica és un terme relatiu, difícil de definir o determinar.

L'investigador David Guyatt va definir l'evidència científica com "*la utilització conscient, explícita i amb judici de la millor informació clínica evidenciada disponible, per prendre decisions*"(46). Així doncs, l'evidència científica permet aportar més coneixement, amb l'objectiu de disposar de la millor informació científica disponible (la evidència), i aplicar-la a la pràctica clínica.

Els nivells d'evidència científica es troben definits en escales. Aquesta escala dóna valors al tipus d'estudi, la metodologia i la recerca utilitzada per a dur-los a terme. A continuació, deixo una mostra de l'escala d'evidència científica utilitzada en una de les guies de pràctica clínica elaborada per l'ICS (47), i utilitzada per a l'anàlisi dels articles d'aquesta revisió bibliogràfica:

Taula 8: Nivells d'evidència científica

Nivell	Tipus d'evidència científica (EC)
1++	L'evidència científica prové de metaanàlisis, revisions sistemàtiques d'assajos clínics controlats aleatoris (ACCA) o d'ACCA amb un risc molt baix de tenir biaixos, de gran qualitat.
1+	L'evidència científica prové de metaanàlisis, revisions sistemàtiques d'assajos clínics controlats aleatoris (ACCA) o d'ACCA amb un risc baix de tenir biaixos, ben realitzats.
1-	L'evidència científica prové de metaanàlisis, revisions sistemàtiques d'assajos clínics controlats aleatoris (ACCA) o d'ACCA amb un risc alt de tenir biaixos.
2++	L'evidència científica prové de revisions sistemàtiques d'estudis de cohorts o de cas-control de gran qualitat, estudis de cohorts o de cas-control de gran qualitat amb un risc molt baix de tenir biaixos per factors de confusió o atzar i amb probabilitats altes que la relació sigui causal.
2+	L'evidència científica prové d'estudis de cohorts o de cas-control ben realitzats amb un risc baix de tenir biaixos per factors de confusió o atzar i amb probabilitats moderades que la relació sigui causal.
2-	L'evidència científica prové d'estudis de cohorts o de cas-control amb un risc alt de tenir biaixos per factors de confusió o atzar i un risc significatiu que la relació no sigui causal.
3	L'evidència científica prové d'estudis no analítics (estudis descriptius no experimentals ben dissenyats, sèries de casos...).
4	L'evidència científica prové d'opinions d'experts.

Font: Guia de pràctica clínica sobre l'abordatge de la Diabetis Mellitus tipus 2 (47).

METODOLOGIA

OBJECTIUS

Objectiu principal

- Analitzar l'evidència científica publicada sobre l'efecte de la oxigenoteràpia hiperbàrica en la cura de ferides d'origen diabètic.

Objectiu secundari:

- Comparar l'efecte que realitza la OTHB en les variables cicatrització, amputació, número de sessions i infecció en relació a la cura estàndard.

MATERIAL I MÈTODES

Disseny

S'ha realitzat una revisió bibliogràfica d'articles durant els mesos de novembre del 2017 a febrer del 2018. S'han utilitzat bases de dades com MedLine Pubmed, Scielo, Cochrane Central Register of Controlled Trials, CINHAI i Cuiden. Aquestes dues últimes bases de dades no ens van oferir informació útil per la revisió.

Per poder iniciar la recerca, es planteja la pregunta **PICO**:

- Els **Pacients** son aquells que pateixen una ferida d'origen diabètic.
- La **Intervenció** és la teràpia hiperbàrica que es realitzarà a aquests pacients.
- Pel que fa a la **Comparació**, no es farà de manera explícita, però es realitzarà una comparativa entre cura estàndard i cura amb OTHB.
- El resultat (**Outcome**), es formula la hipòtesi d'un possible efecte positiu pel que fa la OTHB sobre les UPD.

Estratègia de recerca

La recerca s'inicia al Medline: PubMed, d'on són originals la majoria dels articles inclosos a la revisió. Per a la cerca, s'utilitzen paraules Mesh o Decs, que són les paraules utilitzades a l'operador booleà. En el cas de Medline: PubMed, s'utilitzen els següents termes: "*Hyperbaric oxygen therapy*" [Mesh]

AND “wound” [Mesh] AND “diabetic” [Mesh] OR “foot ulcer” [Mesh] [Figura 8].

S'afegeixen filtres per reduir i acotar la recerca.

Els filtres que afegim al cercador, en relació als criteris d'inclusió, són:

- Articles publicats fa menys de 5 anys (entre 2012 i 2017).
- Articles a text complert.
- Articles en llengua anglesa o castellana.

Una altra base de dades utilitzada és la Cochrane, a la qual també apliquem els filtres anteriors. Els termes utilitzats en aquest cas són: “Hyperbaric oxygen therapy” [Mesh] AND “wound” [Mesh]. S'inclou un article a la revisió [Figura 9].

Finalment, la última base de dades que ens proporciona informació d'interès és Scielo. S'utilitzen els termes Mesh: “Hyperbaric oxygen therapy” AND “diabetic” AND “wound”. D'aquesta recerca, s'inclou un article a l'estudi [Figura 10].

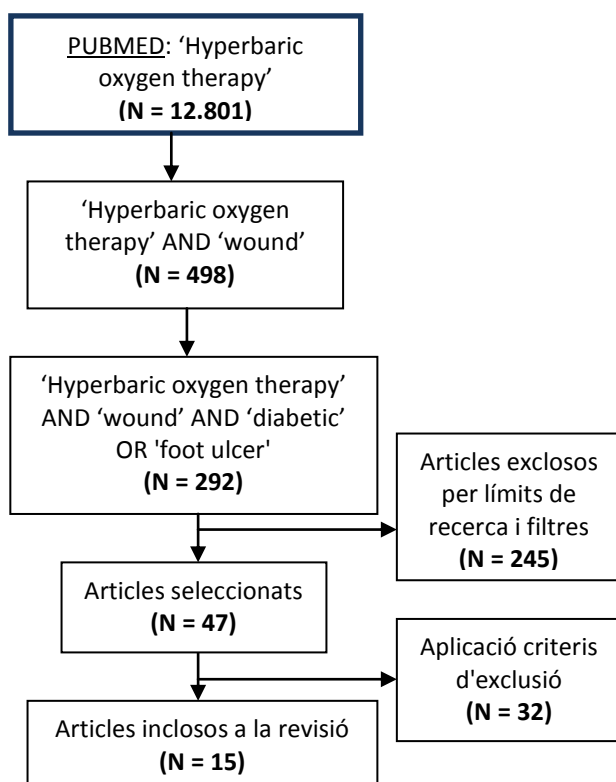


Figura 8: diagrama de flux de la recerca a Medline: Pubmed.

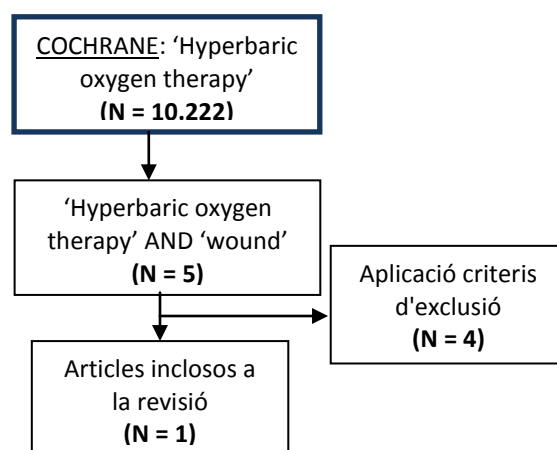


Figura 9: diagrama de flux de la recerca a Cochrane.

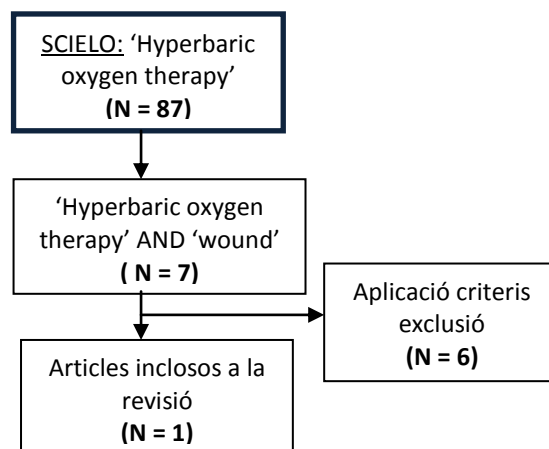


Figura 10: diagrama de flux de la recerca a Scielo .

Criteris d'inclusió i exclusió

Criteris d'inclusió:

- Articles que tractin l'efecte de la OTHB en pacients amb úlceres d'origen diabètic. Pot ser que en algun cas es parli d'úlceres cròniques en general, però es tenen en compte aquells articles si dins d'aquestes ofereix resultats sobre les d'origen diabètic.
- Els estudis han de tenir característiques de revisions sistemàtiques o bibliogràfiques, assajos clínics controlats i/o aleatoritzats, estudis observacionals, etc.
- Articles que es trobin publicats entre el 2012 i 2017. Aquest marge s'aplica per què els resultats estiguin el màxim actualitzats.
- Articles amb mostra de persones en edat adulta.

Criteris d'exclusió:

- Els articles tracten a pacients en edat pediàtrica.
- Estudis en que es realitza la intervenció a un sol cas o planteja un únic pla de cures.
- Articles que parlin de la OTHB com a tractament d'altres tipus de patologies o problemes, com per exemple, tractament per a accidents disbàrics, intoxicacions per monòxid de carboni, etc.
- Aquells estudis en que no es treballa amb persones com a mostra, sinó amb animals.

Variables de resultats

Els resultats seran avaluats segons diferents variables que són rellevants en el procés de curació d'una ferida d'origen diabètic. Aquestes variables de resultat ens donaran un valor sobre l'evolució de la ferida tractada amb OTHB.

- **Cicatrització:** es valorarà si la ferida ha pogut cicatritzar de manera adequada. La cicatrització és el procés de reparació de la ferida, pel qual esdevé una úlcera curada. A l'hora d'analitzar els articles, els nostres resultats indicaran:

- Cicatrització completa: la ferida està epitel·litzada.

- Cicatrització parcial/bona: disminueix la superfície de la ferida però sense un tancament complet.
 - No evolució en la cicatrització o empitjorament.
- **Durada del tractament:** és realment important valorar si el nombre de sessions té algun valor en l'evolució de la ferida. Per això, s'analitza l'evolució en la ferida amb la durada del tractament segons nombre de sessions.
- **Amputació:** com s'ha comentat al marc teòric, l'amputació és un dels desencadenants en una ferida d'origen diabètic que evoluciona de manera desfavorable. Un bon maneig de la ferida ens pot reduir aquesta taxa d'amputació, i minimitzar els efectes i complicacions.
- Valorant si esdevé una amputació, sabrem si la OTHB proporciona un efecte positiu o negatiu en la ferida.
- **Infecció:** la infecció és un ítem important que ens pot determinar si la ferida està evolucionant de manera adequada. A part del tractament antibiòtic, també ens pot beneficiar amb la OTHB. Així doncs, l'anàlisi que realitzarem ens demostrarà.

RESULTATS

Els estudis inclosos a la revisió són 17, i s'inclouen revisions sistemàtiques, estudis observacionals (transversals i longitudinals), estudis prospectius i assajos aleatoritzats.

Tot seguit, s'adjunta una taula de classificació dels articles [Taula 8] , en la que apareixen per ordre de publicació, de més actual a més antic. En aquesta taula hi ha informació de cada article: autor, any de publicació, disseny de l'estudi, objectiu, mostra, resultats i conclusions.

A més, hi ha la classificació dels diferents nivells d'evidència de cada article segons la guia de pràctica clínica de la Generalitat de Catalunya i l'ICS (47).

Taula 9: Resultats dels articles inclosos a la revisió bibliogràfica

Autors	Any	Disseny	Objectiu	Mostra	Resultats	Conclusió
Santema K, et al.(48)	2017	Assaig aleatori controlat Nivell evidència: 2+	Investigar si la OTHB beneficia als pacients amb úlceres d'origen diabètic i caràcter isquèmic.	N = 120 participants. Inclusió: DM 1 o 2, isquèmiques. Wagner 2-4. Grup control i intervenció.	Grup control: - 28/60 cicatritzen. - 13/60 s'amputen. Grup intervenció: - 30/60 cicatritzen. - 7/60 s'amputen.	No hi ha una diferència significativa entre el grup control i el d'intervenció.
De Smet G, et al.(49)	2017	Revisió sistemàtica Nivell evidència: 1+	Resumir estudis experimentals i clínics observant diferents tipus de teràpies amb ús d'oxigen per així promoure la cicatrització.	N = 65 articles que parlen de: · Oxigenoteràpia (OT) local · OTHB · OT suplementària inspirada. Úlceres de caràcter crònic i agut.	En el grup de la OTHB, es troben resultats positius en el 63% de les ferides, respecte un 77% en el cas de la OT local.	Els resultats clínics dels estudis tenen una gran diversitat metodològica, i és impossible realitzar una comparació que sigui adequada.
Chen C, et al.(50)	2017	Estudi prospectiu aleatoritzat controlat Nivell evidència: 2+	Comparar l'efecte de la OTHB amb la cura estàndard per a la cicatrització de ferides.	N = 38 participants Inclusió: DM, úlcera de més de 2 mesos de duració i de Wagner 1-3. Hi ha grup control i grup d'intervenció.	Grup control: - 5'5% cicatritzen. - 11% s'amputen. Grup intervenció: - 25% cicatritzen. - 5% s'amputen.	La OTHB promou la cicatrització de les UPD, suprimeix el creixement d'aquells bacteris anaeròbics. També redueix risc d'amputació.
Elraiya T, et al.(51)	2016	Revisió sistemàtica Nivell evidència: 1+	Resumir la millor evidència disponible en la que se suporta l'ús de teràpies adjuvants en les UPD.	N = 18 estudis englobant 1526 pacients, publicats fins octubre 2011. Inclusió: nafres són de característiques molt variades.	Amb OTHB hi ha millor cicatrització en la majoria dels estudis i menys amputació.	Hi ha un benefici significatiu de la OTHB comparada a la cura estàndard. Es necessita més investigació.

Autors	Any	Disseny	Objectiu	Mostra	Resultats	Conclusió
Meireles S, et al.(52)	2016	Estudi observacional transversal Nivell evidència: 3	Descriure els tipus de ferida més comuns per ser tractats amb OTHB.	N = 200 històries clíniques a revisar. Inclusió: HC de pacients amb ferides agudes i cròniques tractades amb OTHB.	Reducció de la mida de la ferida es dona en un 62% a les ferides cròniques respecte les agudes.	Les úlceres que més redueixen són les cròniques (incloent les diabètiques), per tant, serien les més indicades a rebre OTHB.
Kaur S, et al.(53)	2016	Assaig prospectiu aleatoritzat controlat Nivell evidència: 2+	Avaluar el rol de la OTHB en la cicatrització de ferides cròniques no cicatritzades.	N = 30 participants. Es classifiquen de forma aleatòria en grup control i intervenció. Inclusió: úlceres no cicatritzades en un període de 4 setmanes.	Reducció de la úlceres: - HT: 59% redueixen de mida → 3 cicatr. total. - CT: 26% augmenten de mida.	La OTHB és efectiva i té un rol definitiu, però com a teràpia adjuvant en la cura d'úlceres cròniques que no cicatritzen. Disminueix el nombre d'amputació i millora els resultats.
Fedorko L, et al.(54)	2016	Estudi prospectiu, doble cec, assaig clínic controlat aleatoritzat Nivell evidència: 2+	Avaluar l'eficàcia de la OTHB en la reducció d'amputacions majors i en la millora de la cicatrització en pacients amb DM i UPD.	N = 102 participants dividits en el grup placebo i el grup d'intervenció. Inclusió: UPD de mínim 4 setmanes de duració i Wagner 2-4.	Grup placebo: -12/54 cicatritzen. -13/54 s'amputen. Grup intervenció: -10/49 cicatritzen. -11/49 s'amputen.	L'estudi no demostra que hi hagi un benefici addicional amb la OTHB en la cicatrització, ni que redueixi l'amputació. No hi ha diferències significatives entre grups.

Autors	Any	Disseny	Objectiu	Mostra	Resultats	Conclusió
Opasanon S, et al.(55)	2015	Estudi prospectiu de cohorts Nivell evidència: 2+	Avaluar quina és l'efectivitat clínica de la OTHB com tractament adjuvant per pacients amb úlceres de característiques complexes.	N = 40 participants. Tots reben OTHB, no hi ha grup control. Inclusió: ferides complexes que no han evolucionat en 6 mesos.	El 77'5% cicatrització total al final del tractament. Sessió de 1 a la 5, redueixen un 29'7%, i de la 5 a la 10, redueixen un 16'9%.	La OTHB és efectiva, però no ha de suprimir la cura estàndard (ha de ser adjuvant). Millora la cicatrització de les ferides complexes (entre elles hi ha les diabètiques).
Kranke P, et al.(56)	2015	Revisió sistemàtica d'assajos clínics Nivell evidència: 1++	Avaluar els beneficis i danys de la OTHB adjuvant com a tractament de les úlceres cròniques d'extremitat inferior.	N = 12 assajos clínics (mostra de 577 participants). Publicats entre 1992 i 2014. Inclusió: úlceres cròniques tractades amb OTHB, sense característiques concretes.	10/12 assajos són UPD (531 p.), 5/10 mostren millora en cicatrització a les 6 setmanes post tractament (no evidència a llarg termini com 1 any), i sense diferències en amputació.	La OTHB en ferides diabètiques fa que millori la cicatrització a curt termini (però no a llarg termini). Els assajos tenen errors de disseny. Calen més estudis per verificar.
Stoekenbroek RM, et al.(57)	2014	Revisió sistemàtica d'assajos clínics aleatoritzats Nivell evidència: 1+	Avaluar l'efecte de la OTHB en la cura d'úlceres de peu diabètic i la prevenció de l'amputació.	N = 7 assajos clínics publicats fins a l'agost de 2013. Inclusió: úlceres de caràcter isquèmic, de caràcter no isquèmic i úlceres no específiques.	En general, millor cicatrització de ferides amb OTHB i menys amputacions.	La OTHB és beneficiosa sobretot en úlceres que són diabètiques d'origen isquèmic.

Autors	Any	Disseny	Objectiu	Mostra	Resultats	Conclusió
Ueno T, et al.(58)	2014	Estudi transversal Nivell evidència: 2+	Avaluar l'eficàcia de la OTHB per al tractament de ferides cròniques.	N = 29. Inclusió: són ferides cròniques generals. D'aquestes, n'hi ha 13 que són d'origen diabètic.	La cicatrització és: 1 excel·lent, 3 bona, 5 justa (requereix amputació) i 4 pobre.	La OTHB és menys efectiva en pacients amb DM que en altres tipus de pacients amb ferides cròniques.
Margolis D, et al. (59)	2013	Estudi longitudinal observacional de cohorts Nivell evidència: 2-	Comparar l'efectivitat de la OTHB amb altres teràpies convencionals administrades en UPD i prevenir les amputacions.	N = 200 participants Inclusió: úlceres diabètiques de tipus isquèmic (n=100), i úlceres cròniques però no diabètiques (n=100).	Major amputació (HR 2.37) en pacients amb OTHB en comparació a la teràpia convencional. També hi ha una menor taxa de cicatrització (HR 0.68).	L'ús de la OTHB no en millora la cicatrització ni evita l'amputació de les UPD. La utilitat en aquest tipus de tractament s'ha de revalorar.
Tongson L, et al.(60)	2013	Assaig aleatori controlat Nivell evidència: 2+	Avaluar quins són els efectes de la OTHB durant la cicatrització de UPD i la taxa d'amputació relativa en aquest tipus d'úlceres.	N = 41. Inclusió: les úlceres diabètiques de grau Wagner 3 i 4, que porten més d'1 mes sense evolucionar.	El 88% dels participants demostren una millora en les condicions de la ferida, d'aquests, el 84% mostren una cicatrització completa i el 14% restant cicatrització parcial. Un 12% requereixen una amputació major.	El tractament OTHB adjuvant de les UPD és efectiu per a la reducció d'amputacions majors. També sembla que millora la cicatrització. No hi ha prou evidència significativa.

Autors	Any	Disseny	Objectiu	Mostra	Resultats	Conclusió
Soh C, et al.(61)	2013	Revisió sistemàtica Nivell evidència: 1+	Revisar articles i estudis per poder saber quina és l'efectivitat de la OTHB en ferides diabètiques.	N = 111 articles. Publicats entre el gener de 2009 i el desembre de 2012. Inclusió: úlceres de etiologia diabètica, alguna isquèmica.	La majoria de les revisions mostren l'efectivitat de la OTHB, la cicatrització és major i l'amputació disminueix en relació al grup control.	El pes de l'evidència mostra que hi ha un benefici en l'ús de la OTHB en UPD. Tot i així, suposa un cost elevat.
O'Reilly D, et al.(62)	2013	Revisió sistemàtica Nivell evidència: 2+	Avaluar l'eficàcia de la OTHB per a úlceres de peu diabètic que no cicatritzen adequadament i en pacients amb diabetis mellitus.	N = 12 articles. Inclusió: articles aleatoris controlats o observacionals comparatius que tractin intervencions amb OTHB.	Risc d'amputació redueix: - 60% OTHB - 61% cura estàndard Risc relatiu no cicatritzar: - 0'54 OTHB - 0'24 cura estàndard	No és possible concloure amb els beneficis de la OTHB. No hi ha diferències significatives entre resultats.
Bishop A, et al.(63)	2012	Revisió sistemàtica Nivell evidència: 2+	Veure l'evidència sobre l'ús de la OTHB en ferides d'origen diabètic.	N = 17 estudis publicats entre 1987 i 2010. Inclusió: estudis de tipus prospectius i retrospectius que utilitzin OTHB per UPD en general.	La major part dels estudis mostra uns resultats positius envers la cicatrització amb OTHB, excepte dos, els quals no mostren diferències significatives.	La OTHB millora la cicatrització en pacients amb UPD i pot arribar a reduir la taxa d'amputacions majors.
Kotsovos A. (64)	2012	Revisió sistemàtica Nivell evidència: 2+	Examinar quina és l'evidència científica sobre l'aplicació de la OTHB en UPD.	N = 4 estudis. Inclusió: articles que tractin l'ús de la OTHB en ferides diabètiques. No en defineix les seves característiques.	Augment de la cicatrització en la majoria de les úlceres tractades amb OTHB. A més, tots quatre mostren una disminució del risc d'amputació utilitzant OTHB.	La OTHB suposa una millora en el tractament de ferides de pacients amb diabetis. Es revascularitzen i s'eliminen bacteris.

A continuació es mostra una taula d'articles finalitzats [Taula 9] i una altra de les revisions sistemàtiques [Taula 10]. S'exposa el resultat segons les diferents variables resultat: cicatrització i temps de cicatrització, amputació i infecció:

Taula 10: Resum dels estudis reals segons les variables de resultat

Estudis finalitzats		Variable cicatrització		Durada del tractament	Variable amputació	Variable infecció
		Total	Parcial			
Santema K, et al. (48)	Grup control	48%	-	-	22%	-
	Grup intervenció	55%	-	90min/sessió ≤40 sessions	12%	-
Chen C, et al. (50)	Grup control	5'5%	-	-	11%	-
	Grup intervenció	25%	-	120min/sessió 20 sessions	5%	↓ bacteris anaerobis
Meireles S, et al. (52)	Grup control	-	-	-	-	-
	Grup intervenció	-	95%	60min/sessió 4-60 sessions	Redueix (no mostra %).	-
Kaur S, et al. (53)	Grup control	0%	0% (26% pitjor)	-	33'3%	-
	Grup intervenció	20%	59%	90min/sessió 30 sessions	6'6%	-

Estudis finalitzats		Variable cicatrització		Durada del tractament	Variable amputació	Variable infecció
		Total	Parcial			
Fedorko L, et al. (54)	Grup control	22%	↓1'8 cm2	-	Risc amp. 61%	-
	Grup intervenció	20%	↓1'9 cm2	90min/sessió ≥30 sessions	Risc amp. 60%	-
Opasnon S, et al (55)	Grup control	-	-	-	-	-
	Grup intervenció	77'5 %	↓ Gran part	90min/sessió ≤40 sessions	-	-
Ueno T, et al. (58)	Grup control	30%	30%	-	0%	-
	Grup intervenció	7'7%	23%	60min/sessió 6-45 sessions	30'7%	-
Margolis D, et al. (59)	Grup control	49'6%	-	-	2'1%	-
	Grup intervenció	43'2%	-	-	6'7%	Redueix
Tongson L, et al. (60)	Grup control	-	-	-	-	-
	Grup intervenció	75'6 %	12'4%	90min/sessió 5-30 sessions	12%	-

↑ Augmenta
↓ Disminueix

Les revisions no les mostrem amb grup control i grup intervenció, per veure els resultats (excepte la revisió de O'Reilly D, et al (62) el qual sí que classifica un grup control).

Taula 10: Resum de les revisions sistemàtiques segons variables resultat

Revisions sistemàtiques	Variable cicatrització		Durada del tractament	Variable amputació	Variable infecció
	Total	Parcial			
De Smet G, et al. (49)	28'5%	16'6%	120min/sessió 10-30 sessions	41'6%	Redueix
Elraiayah T, et al. (51)	↑	-	-	↓	-
Kranke P, et al. (56)	↑ 50% estudis	-	-	No diferències	-
Stoekenbroek RM, et al. (57)	↑	-	90min/sessió 30 sessions	↓	-
Soh CR, et al. (61)	↑	-	90min/sessió 4-45 sessions	↓	-
O' Reilly D, et al. (62)	Grup control	-	RR* no cicatr. 0'24	Risc amp. 61%	-
	Intervenció	-	RR* no cicatr. 0'54	Risc amp. 60%	-
Bishop AJ, et al. (63)	↑	-	-	↓	-
Kotsovos A. (64)	↑	-	-	↓	S'eliminen bacteris

↑ Augmenta

↓ Disminueix

* RR - Risc relatiu de no cicatrització de les úlceres.

DISCUSSIÓ

La oxigenoteràpia hiperbàrica és una de les tècniques innovadores que més controversia aporta pel que fa a l'efecte que realitza sobre les ferides en general. Un cop analitzats els estudis, es podria determinar que aquest tipus de teràpia és una eina suficientment positiva per ajudar a la cicatrització de les UPD, també per disminuir el nombre d'amputacions i la càrrega bacteriana de les ferides. Hi ha 11/17 (65%) dels estudis plantegen resultats que condueixen a un benefici. Aquests resultats ofereixen dubtes raonables que mereixen ser estudiats amb més deteniment. A més, cada estudi exposa els seus resultats amb una mostra diferent, fent que les característiques de cada úlcera puguin estar alterant el resultat. És un aspecte a tenir en compte, ja que la duració de la nafra, el grau i les característiques en general, s'han de predeterminar sempre en tots els estudis.

La gran majoria d'autors han analitzat la OTHB com a teràpia adjuvant, mai deixant de banda la cura estàndard, explicada a l'apartat 2.5 amb el concepte TIME (40). Fins i tot hi ha evidència que determina que un abandonament de la cura estàndard repercutiria negativament en l'efecte de la OTHB (55,56,60). Davant aquest fet, és important que infermeria controli l'evolució de la úlcera i s'encarregui de redirigir les cures segons l'evolució d'aquestes (59).

Una de les variables que ens ha servit per determinar l'efecte de la OTHB sobre les UPD és la cicatrització. Els resultats condueixen a una possible millora en la cicatrització de les ferides mitjançant la OTHB, ja que hi ha més aportació d'oxigen a la zona afectada. Així doncs, s'estimula el teixit de granulació i la proliferació cel·lular. Alguns autors fan referència a la importància de proporcionar oxigen als elements que són oxigenodependents com les cèl·lules, components sanguinis i cascada de coagulació (50,52,61,64). Chen C, et al (49), és l'autor que publica l'article més actual amb obtenció de resultats positius de la OTHB sobre les UPD. En aquest cas, l'autor refereix que la cicatrització milloraria amb OTHB adjuvant. El resultat és bastant evident, ja que hi ha un 25% de les úlceres del grup intervingut que cicatritzen, respecte un 5'5% del grup control. Els mateixos resultats els obtenia Kaur S, et al (52) un any abans, fent servir una metodologia bastant similar. En el cas dels estudis

d'Opasanon S, et al (54) i Tongson L, et al (59), s'oferia un percentatge significatiu de millora en la cicatrització, però en aquest cas no es comparen amb els resultats del grup control. La majoria de les revisions també determinen que la cicatrització es veuria beneficiada amb l'ús d'OTHB (50, 55, 56, 60, 62,63).

Encara que no hi hagi una cicatrització total de la ferida, la OTHB reduiria la mida d'aquesta. En l'estudi de Fedorko L, et al (53), es fa una valoració de la superfície de la ferida. En aquest cas, hi ha reducció en els dos grups d'estudi, però no hi ha diferències significatives entre la cicatrització parcial en un grup o altre. A diferència de Fedorko L, et a (54), alguns autors no parlen del terme 'superfície de la ferida', sinó d'estadi Wagner (50).

En contra partida, hi ha articles com el de Margolis D, et al (59) que aporten resultats menys favorables. Aquests ens conduirien a una pèrdua de la integritat cutània i augment de la superfície del llit de la ferida durant el tractament amb OTHB. En aquest cas, podria ser degut a un problema isquèmic, ja que la mostra que recull l'autor és d'úlceres diabètiques però de caràcter isquèmic. Aquest criteri que també s'aplica en algun altre estudi (48,51,58), els quals ens ofereixen resultats variables pel que fa al benefici en cicatrització. El resultat es podria estar alterant a causa que l'arteriopatia perifèrica fa que la irrigació sigui menor, i consegüentment, no hi hagi condicions òptimes pel transport d'oxigen. Podria ser un nou tema d'estudi a definir. Per evitar qualsevol variació en el resultat, a l'iniciar un estudi s'ha d'avaluar l'estat isquèmic en el que es troben les ferides i el grau d'arteriopatia.

Alguns autors troben impossible de determinar si la cicatrització millora amb OTHB. Així doncs, no es pot definir que el resultat sigui favorable o no. La impossibilitat de fer-ho podria ser a causa de la diversitat metodològica dels estudis (49), o bé per resultats que no tenen diferències significatives entre el grup control i el grup a intervenir (48,54,62). Entre aquests articles trobem l'assaig aleatori controlat de Santema K, et al (48) del 2017. L'objectiu de l'estudi del 2017 era verificar els resultats que ell mateix, juntament amb Stoekenbroek RM, et al.(57) havien trobat a la revisió sistemàtica del 2014. En aquesta revisió sistemàtica, es trobaven resultats que conduirien a un benefici de les UPD en tractament amb OTHB. Un cop realitzat l'assaig del 2017

s'obtenien uns resultats amb els que no s'obtenien diferències significatives per a objectivar un benefici de la teràpia envers aquest tipus d'úlceres.

Com s'ha pogut veure anteriorment, els autors fan ús de diferents escales o classificacions per a determinar les característiques de les úlceres, l'estat en que es troben i com evolucionen. Alguns utilitzen escales de valoració Wagner (48,50,54,60). No es pot arribar a una conclusió que determini si utilitzar un tipus de classificació aporta millors resultats que una altra. Els resultats són molt variats en els dos tipus de classificació, i per això no es pot fer una comparativa en aquest àmbit. Per poder posar en comú tots els objectius i arribar a una conclusió rellevant i fiable, s'hauria de fer una classificació per igual, i que els resultats es mostressin totalment objectius i per igual en tots els articles. També, s'ha de consensuar en quin grau es considera que la úlcera es considera cicatritzada.

Una de les altres variables valorades és el número de sessions. Generalment, la mitjana de sessions d'OTHB realitzades és del voltant de 25-30. En alguns estudis es realitzen menys nombre de sessions però de major durada, i en altres més sessions de menys durada. Per evitar complicacions, Meireles S, et al (52) recomana no superar les 60 sessions. Tot i així, el nombre de sessions encara té un punt de controvèrsia. En el cas dels estudis analitzats, tots segueixen les indicacions de la UHMS (3): fer les sessions amb una durada entre 60-120 minuts. Tot i que aquesta associació no fa referència al nombre de sessions mínim necessàries o màxim recomanades.

Segons afirmen alguns articles, els resultats ens portarien pensar que el major efecte de la OTHB sobre les ferides és les primeres 10-15 sessions (55,63,64). D'aquí ve la importància de no interrompre la teràpia en aquest període inicial. Aquest aspecte també l'estudia Kranke P, et al (56) a la seva revisió, on es conclou que la OTHB té un efecte a curt termini sobre la cicatrització ferida. Hi ha articles totalment contraris, diuen que no hi ha una bona cicatrització si no fins que no es fan un total de 30 sessions (52,53,60). Així doncs, segons els resultats, s'hauria d'investigar més per arribar a unes conclusions totalment aplicables.

Un altre dels objectius exposats era que es valorés l'efecte de la OTHB envers l'amputació en les UPD. Les amputacions per causa diabètica és un problema

derivat molt important i que té una gran incidència en el nostre país. De fet, en l'últim Pla de Salut de Catalunya (65), un dels objectius és la reducció de les amputacions en persones de 45 a 74 anys amb DM. La taxa d'amputacions a Catalunya és de 27'4 a l'inici, i al final, augmenta fins a un 28'3. El problema sembla que s'ha de resoldre, però de moment no s'ha aconseguit.

Dels 17 articles, n'hi ha un total de 15 que fan referència a la variable amputació d'úlceres de peu diabètic. La OTHB, com a teràpia adjuvant, podria preveure l'amputació d'extremitats inferiors en pacients amb UPD (48,50,51,53,54). Així doncs, és un dels altres factors que ens donaria un valor positiu a l'efecte de la OTHB, ja que preveu que aquestes ferides es compliquin i puguin desencadenar aquesta conseqüència. Hi ha casos d'articles com el de Margolis D, et al (59) i Ueno T, et al (58) que ofereixen resultats totalment contraris als anteriors, ja que el nombre d'amputacions és major en aquells pacients que reben OTHB. Aquesta diferència de resultat no es pot atribuir a cap aspecte aparent de l'estudi. A més, alguns autors (54,56,62) refereixen que no hi ha diferències suficientment significatives entre els resultats del grup control i grup intervenció, per tant, no es pot demostrar que les amputacions redueixin amb la OTHB. Tot i així, si la OTHB ajuda a la cicatrització, té un valor positiu en l'amputació, ja que com abans sigui tancada la ferida, menys probable d'acabar amb una amputació de l'extremitat inferior.

Un dels altres factors que ens determina que hi ha una evolució favorable de la ferida és la infecció. S'ha de valorar si aquesta millora o empitjora durant el tractament amb OTHB. Un cert nombre d'estudis obté resultats que poden fer pensar que hi hauria disminució de bacteris anaerobis al llit de la ferida (49,50,59,64). A més, amb la OTHB milloraria en l'efecte de certs antibiòtics i també dels propis mecanismes de defensa dels usuaris. Tot i així, els estudis que ens donen informació no tenen grup control, i no en fan comparació. No es pot valorar que la reducció de la infecció sigui a causa de l'efecte positiu de la OTHB o bé per un efecte de la cura estàndard. S'hauria de realitzar més recerca per determinar si realment es redueix el nombre de bacteris presents a la ferida, ja que fiar-nos dels resultats ens pot conduir a un fals positiu.

Tot i la gran quantitat de beneficis que aporta la OTHB en la cura de ferides de peu diabètic, també hi ha perjudicis. Alguns dels participants a la teràpia

desenvolupen efectes adversos derivats de les condicions a les que es troben durant la teràpia (53,57). Exemples dels efectes adversos que s'han desenvolupat en certs estudis són intoxicacions i perforació barotraumàtica de la membrana timpànica (48).

Per altra banda, hi ha una variable important que s'ha de tenir en conte: el cost. No podem dir que és un inconvenient, però si ens pot arribar a alterar els resultats en els estudis. La OTHB és un tractament de costos elevats (61), el qual no està a l'abast de tothom o bé de tots els centres. S'ha de valorar si el cost i el temps (ja que suposa una gran quantitat de temps dedicat a la teràpia) compensa tot el benefici. Els pacients han d'estar disposants a invertir-hi temps i, depèn de la localitat, fer desplaçaments importants.

Els factors demogràfics s'estudien en pocs casos, i es determina que no hi ha cap relació entre aquests factors i evolució de les ferides (50,52). És important que en cas de realitzar més estudis es tingués en conte més característiques del pacient, no només a nivell demogràfic, sinó pel que fa a la ferida (tipus de diabetis, grau de classificació, arteriopatia, etc. Hi ha excepció en la variable edat, ja que algun estudi incideix que els ancians es pot veure una resolució de la ferida molt més lenta per factors com respostes hormonals alterades, menor capacitat d'hidratació, etc. tot i estar en tractament amb OTHB (52). Aquest és un tema ampli i que ens podria estar obrint portes a un nou treball de recerca.

LIMITACIONS

La recerca de la revisió era molt concreta, els resultats han sigut deficientes en relació a les expectatives inicials de la recerca. Pocs articles fan referencia de manera explícita a la cura d'úlceres d'origen diabètic amb OTHB. Aquesta teràpia és utilitzada per un gran ventall de patologies, i això fa que de la cura de UPD se'n parli poc, i encara més sabent que és un terme que s'ha començat a introduir fa pocs anys.

Als criteris d'inclusió, molts estudis descriuen les seves úlceres com a cròniques diabètiques, o d'origen diabètic, però no en fan una descripció exacte de les característiques. És important saber el grau, la particularitat isquèmica,

etc. Aquestes variables ens poden estar alterant el resultat i no en tenim suficient informació.

Per altra banda, els estudis tenen molta diversitat metodològica, fet que ens determina que els resultats siguin tan diferents. En alguns estudis hi ha grup control i en altres no, i fins i tot, en algun cas, el grup control no fa ús de la teràpia estàndard (49). No es poden comparar amb total fiabilitat, ja que cada autor ha utilitzat un mètode diferent per a poder arribar a unes conclusions concretes. Hi ha estudis que no mostren un nivell d'evidència alt, i els mateixos autors determinen que s'haurien de realitzar nous estudis per verificar la validesa dels resultats. Així doncs, no podem determinar que els resultats d'aquesta revisió siguin totalment aplicables.

CONCLUSIONS

L'evidència analitzada en aquest treball aporta indicis sobre l'efecte beneficiós de la OTHB en les UPD. Aquest tractament milloraria significativament el pronòstic d'aquest tipus d'úlceres, sempre conjuntament amb la cura estàndard. La OTHB tindria efectes a nivell local, augmentant els factors de creixement de la ferida, i fent que en millori la cicatrització. El major efecte de la OTHB s'estaria duent a terme durant les primeres 15 sessions, aproximadament. Així doncs, un aspecte que es consideraria important és no interrompre la teràpia en aquest procés inicial, ja que en disminueix l'efecte positiu.

La OTHB, ens ajudaria a reduir el nombre d'amputacions, sobretot a curt termini. Al millorar la cicatrització, el risc d'amputacions se'n veuria beneficiat.

El tractament hiperbàric juntament amb la cura estàndard, podria estar reduint la càrrega bacteriana del llit de la ferida. La infecció podria disminuir gràcies a la millora dels mecanismes de defensa, i l'activitat dels agents antimicrobians.

Seria bo obrir nous àmbits de recerca en els que s'investigués en quin tipus de nafres diabètiques és més efectiva la teràpia, quantes sessions s'han de realitzar i de quina durada, etc. El camp per investigar en aquest àmbit és molt ample.

Si volem acceptar els resultats d'aquesta revisió com a verídics i totalment aplicables, s'han de seguir realitzant estudis. Així doncs es podria concloure amb l'efecte de la OTHB, i veure si realment es confirma que beneficia a nivell de cicatrització, amputació i infecció, relacionan-t'ho amb el nombre de sessions.

Els nous estudis han de determinar amb major solidesa les característiques de cada pacient i úlcera, per no interferir en els resultats.

BIBLIOGRAFIA

1. Sociedad Española de Medicina Hiperbarica: Oxigenoterapia Hiperbarica [Internet]. Madrid: Sociedad Española de Medicina Hiperbarica; 2017 [citad 16 novembre 2017].
Disponible a: <http://www.sociedadespagnolademedicinahiperbarica.org/>
2. Vila Vidal D. Cámara hiperbàrica: Planificación estandarizada de cuidados de enfermería. Rol Enfermería. 2002; 25 (6): 420-30.
3. Undersea & Hyperbaric Medical Society: Indications for Hyperbaric Oxygen Therapy [Internet]. Durham: Undersea and Hyperbaric Medical Society; 2014 [citad 16 novembre 2017].
Disponible a: <https://www.uhms.org/resources/hbo-indications.html>
4. Weaver L. Hyperbaric Oxygen Therapy: Indications. 13a ed. Florida: BPC editor; 2014.
5. European Committee for Hyperbaric Medicine. First European Consensus conference on hyperbaric medicine. ECHM; 1994; Lille. [actualitzat 2016; citad 16 novembre 2017].
Disponible a: <http://www.echm.org/documents/ECHM 1st Consensus Conference Lille 1994.pdf>
6. Mathieu D, Marroni A, Kot J. Consensus Conference. Diving&Hyperb med. 2017; 47 (1): 24-32.
7. British hyperbaric association [Internet]. Anglaterra: Bothma P, Penny C, Glover M, Sayers K, Laden G; 2015 [actualitzat 2018; citad 19 gener 2018].
Disponible a: <http://www.ukhyperbaric.com/>
8. Centro de Medicina Hiperbàrica: Efectos fisiologicos del oxigeno hiperbarico [Internet]. Mar del Plata: CMH; 2017 [actualitzat 2017; citad 21 novembre 2017].
Disponible a:
http://www.medicinahiperbarica.com.ar/efectos_oxigeno_hiperbarico.html
9. Harch Hyperbaric Oxygen Therapy: Frequently asked questions about HBOT [Internet]. Marrero: HBOT.com; 2017 [actualitzat 2017; citad 20 novembre 2017].
Disponible a: <http://www.hbot.com/faq#1>

10. Iriarte JI, Batle JM, Urdiain M, Caubet J, Morey MA, Collado J, et al. Empleo de la oxigenoterapia mediante cámara hiperbàrica en cirugía oral y maxilofacial. Rev Española Cirugía Oral y Maxilofac. 2006; 28 (1): 7-24.
11. Oxigenarte Salud: camaras hiperbàricas [Internet]. Madrid: oxigentarte internacional; 2013 [actualitzat 2017; citat 18 desembre 2017].
Disponible a: <http://www.oxigenarte.es/>
12. Manual de Medicina Subaquàtica i Hiperbàrica de l'Hospital General de la Defensa Sant Carlos [Internet]. Càdiz: Salas E, García PJM, Samalea F; 2007 [citat 22 novembre 2017].
Disponible a: <http://www.semm.org/MMedSubacHipHGDSF2007.pdf>
13. Centro de medicina hiperbàrica: Cámara hiperbàrica [Internet]. Mar de Plata: Unidad de oxigenación tisular, cicatrización y control de infecciones Mar del Plata: 2015 [actualitzat 2017; citat 9 novembre 2017].
Disponible a: http://www.medicinahiperbarica.com.ar/camara_hiperbarica.html
14. Oxynet: HBO Centres in Europe: Spain [Internet]. Lille: ECHM; 2015 [actualitzat 2017; citat 18 desembre 2017].
Disponible a: <http://www.oxynet.org/03HBOCenters/Index03.php?country=Spain>
15. Health Quality Ontario. Hyperbaric Oxygen Therapy for the Treatment of Diabetic Foot Ulcers: A Health Technology Assessment. Ont Health Technol Assess Ser. 2017; 17 (5): 1-142.
16. Cantero IF. Cuidado enfermero en hiperoxigenoterapia hiperbàrica. Metas en Enferm [Internet]. 2012;15(2):10-16 [citat 21 novembre 2017].
Disponible a: <http://www.enfermeria21.com/revistas/metlas/articulo/80286/>
17. A European Code of good practice for hyperbaric oxygen therapy [Internet]. Lille: Kot J, Desola J, Simao AG, Gough-Allen R, Houman R, Meliet J-L, et al; 2004 [actualitzat 2017; 21 novembre 2017].
Disponible a: <http://www.sociedadespagnolademedicinahiperbarica.org/wp-content/uploads/2016/10/a-european-code-of-good-practice-for-hyperbaric-oxygen-therapy.pdf>
18. La Cámara Hiperbàrica Málaga [Internet]. Málaga: Unidad de Medicina Hiperbàrica de Medicina hiperbarica del Hospital de Xanit. 2013 [actualitzat 2018; citat 19 gener 2018].
Disponible a: <https://lacamarahiperbarica.com/>

19. Encalada FE, Mateo GV, Sánchez HJ, Rodríguez JV. Tratamiento en heridas de piel. Rev Científica Mundo la Investig y el Conoc. 2017;1(4): 577-609.
20. Lucile Packard Children's: Anatomía de la Piel [Internet]. Stanford: Stanford Children's Health; 2018 [actualitzat 2018; citat 22 gener 2018]. Disponible a: <http://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=anatomadelapiel-85-P04436>
21. Infermera virtual: Tejidos. Membranas. Piel. Derivados de la piel [Internet]. Barcelona: Reiriz J. Col·legi oficial infermeres i infermers de Barcelona; 2007 [citat 4 desembre 2017]. Disponible a: https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/95/Tejidos_membranas_piel_y_derivados.pdf?1358605323
22. Yazdanpanah L, Nasiri M, Adavishi S. Literature review on the management of diabetic foot ulcer. World J Diabetes. 2015; 6 (1): 37.
23. Al-Rubeaan K, Al Derwish M, Ouizi S, Youssef AM, Subhani SN, Ibrahim HM, et al. Diabetic foot complications and their risk factors from a large retrospective cohort study. PLoS One [Internet]. 2015;10(5) [citat 12 desembre 2017]. Disponible a: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25946144>
24. Associació d'infermeria familiar i comunitària de Catalunya: Peu diabètic [Internet]. Barcelona: Rangil A, Berenguer M, Cegri F, García E, Manuel B, Marquilles C, et al; 2012 [citada 12 desembre 2017]. Disponible a: <http://www.aificc.cat/storage/guies/peu-diabetic.pdf>
25. Frykberg RG, Zgonis T, Armstrong DG. Diabetic foot disorders. A clinical practice guideline. J Foot Ankle Surg. 2006; 45 (5 Suppl): S1-66.
26. Velasco BJ, Brena VM. Diabetes Mellitus Tipo 2: Epidemiología y Emergencia en Salud. Salud y Adm. 2014; 1 (2): 11-16.
27. Pie Diabético - Institut Català del Peu [Internet]. Barcelona: Institut Català del Peu; 2014 [citat 19 gener 2018]. Disponible a: <https://www.institutcataladelpeu.com/pie-diabetico/>
28. Amin N, Doupis J. Diabetic foot disease: From the evaluation of the «foot at risk» to the novel diabetic ulcer treatment modalities. World J Diabetes. 2016; 7 (7): 153-64.

29. Chammas NK, Hill RLR, Edmonds ME. Increased Mortality in Diabetic Foot Ulcer Patients: The Significance of Ulcer Type. J Diabetes Res [Internet]. 2016; 1-7 [citat 4 desembre 2017].
Disponible a: <https://www.hindawi.com/journals/jdr/2016/2879809/>
30. Haji N, Burns J, Vicaretti M, Fletcher JP, Begg L, Hitos K. Characteristics of diabetic foot ulcers in Western Sydney, Australia. J Foot Ankle Res. 2014; 7 (1): 39.
31. Weck M, Slesaczeck T, Paetzold H, Muench D, Nanning T, von Gagern G, et al. Structured health care for subjects with diabetic foot ulcers results in a reduction of major amputation rates. Cardiovasc Diabetol [Internet]. 2013;12-45 [citat 4 desembre 2017].
Disponible a: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23497152>
32. González H, Mosquera A, Quintana ML, Perdomo E, Quintana M. Clasificaciones de lesiones en pie diabético: Un problema no resuelto. Gerokomos [Internet]. 2012; 23 (2): 75-87 [citat 12 desembre 2017].
Disponible a: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2012000200006&lng=en&nrm=iso&tlng=en
33. Amit C. A new classification of diabetic foot complications. J Diabet Foot Complicat. 2012; 4 (1): 1-5.
34. OMS | Diabetes [Internet]. Ginebra: World Health Organization; 2017 [citat 18 desembre 2017].
Disponible a: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>
35. Sociedad Española de Diabetes [Internet]. Madrid: Novials A, Barrio R, Pérez A; 2014 [actualitzat 2017; citat 18 desembre 2017].
Disponible a: <http://www.sediabetes.org/inicio.aspx>
36. La diabetes en España [Internet]. Madrid: Fundación para la Diabetes; 2011 [citat 24 gener 2018].
Disponible a: <http://www.fundaciondiabetes.org/prensa/297/la-diabetes-en-espana>
37. Gencat: Sala de premsa [Internet]. Barcelona; Generalitat de Catalunya; 2013 [citat 22 gener 2018].
Disponible a:
http://premsa.gencat.cat/pres_fsvp/AppJava/notapremsavw/230729/ca/diabetis-afecta-8-poblacio-catalana-major-15-anys.do

38. Tomás C, De Jesús J, Hernandez R, Efrén R, Leyva R. Prevalencia de la neuropatía periférica en diabéticos tipo 2 en el primer nivel de atención. Rev Med Chil. 2012; 140 (9): 1126-31.
39. Moffatt C, Flanagan M, Falanga V, Romanelli M, Javier J, Ágreda S, et al. Wound Bed Preparation in practice. Association EWM editor. London: Medical Education Partnership LTD; 2004.
40. Hart HLA, Luque P, Moreso JJ. TIME [Internet]. Associació d'Infermeria Familiar i Comunitària de Catalunya. Barcelona: AIFiCC; 2012 [citad 12 desembre 2017].
Disponible a: http://cataleg.ub.edu/record=b2042307~S1*cat
41. Sumpio BE. Contemporary evaluation and management of the diabetic foot. Scientifica. 2012; 2012: 1-17.
42. Schulze MB, Hu FB. Primary prevention of diabetes. Annu Rev Public Health. 2005; 26 (1): 445-67.
43. Cruz R, Batres JP, Granados A, Castilla L. Guía de atención enfermera a personas con diabetes [Internet]. Sevilla: Asociación Andaluza de Enfermería Comunitaria. 2a ed.; 2006 [citad 19 desembre 2017].
Disponible a: http://www.amegmadrid.org/DOCUMENTOS/GuiaAtEnf_diabetes.pdf
44. Ministerio de Sanidad y Consumo. Guía de Práctica Clínica sobre Diabetes tipo 2: Versión resumida [Internet]. Vitoria; 2008 [citad 22 gener 2018].
Disponible a:
http://www.guiasalud.es/GPC/GPC_429_Diabetes_2_Osteba_resum.pdf
45. Alsina M, Asunción J, Esmatjes E, Fluvià J, Jansà M, Riambau V, et al. Guia Clínica per la prevenció i maneig de les lesions dels peus en les persones amb diabetis [Internet]. Diabètic GI editor. Barcelona: Clínic Barcelona Hospital Universitari; 2010 [citad 12 desembre 2017].
Disponible a:
http://www.gencat.cat/salut/botss/html/ca/dir2888/recomen_endocri_peu_diabetic.pdf
46. Primo J. Niveles de evidencia y grados de recomendación. Enferm infl al dia [Internet]. 2003; 2 (2): 39-42 [citad 8 març 2018].
Disponible a: <http://www.svpd.org/mbe/niveles-grados.pdf>

47. Mata M, Cos FX, Morros R, Diego L, Barrot J, Berengué M, et al. Guies de pràctica clínica: abordatge de la diabetis mellitus tipus 2 [Internet]. 2a ed. Generalitat de Catalunya, Institut Català de la Salut, editors; 2013 [citad 7 maig 2018].
Disponible a:
<http://ics.gencat.cat/web/.content/documents/assistencia/gpc/GuiaDiabetis2015.pdf>
48. Santema KTB, Stoekenbroek RM, Koelemay MJW, Reekers JA, Van Dortmont LMC, Oomen A, et al. Hyperbaric oxygen therapy in the treatment of ischemic lower-extremity ulcers in patients with diabetes: Results of the DAMO2CLES multicenter randomized clinical trial. *Diabetes Care*. 2017; 41 (1): 1-8.
49. De Smet GHJ, Kroese LF, Menon AG, Jeekel J, van Pelt AWJ, Kleinrensink GJ, et al. Oxygen therapies and their effects on wound healing. *Wound Repair Regen*. 2017; 25 (4): 591-608.
50. Chen C-Y, Wu R-W, Hsu M-C, Hsieh C-J, Chou M-C. Adjunctive Hyperbaric Oxygen Therapy for Healing of Chronic Diabetic Foot Ulcers. *J Wound, Ostomy Cont Nurs*. 2017; 0 (0): 1.
51. Elraiyyah T, Tsapas A, Prutsky G, Domecq JP, Hasan R, Firwana B, et al. A systematic review and meta-analysis of adjunctive therapies in diabetic foot ulcers. *J Vasc Surg*. 2016; 63 (2): 46S-58S.
52. Andrade SM, Santos ICRV. Oxigenoterapia hiperbàrica para tratamento de feridas. *Rev Gaúcha Enferm*. 2016; 37 (2).
53. Kaur S, Pawar M, Banerjee N, Garg R. Evaluation of the efficacy of hyperbaric oxygen therapy in the management of chronic nonhealing ulcer and role of periwound transcutaneous oximetry as a predictor of wound healing response. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2012; 28 (1):70.
54. Fedorko L, Bowen JM, Jones W, Oreopoulos G, Goeree R, Hopkins RB, et al. Hyperbaric oxygen therapy does not reduce indications for amputation in patients with diabetes with nonhealing ulcers of the lower limb. *Diabetes Care*. 2016; 39 (3): 392-9.
55. Opananon S, Pongsapich W, Taweepraditpol S, Suktitipat B, Chuangsuwanich A. Clinical effectiveness of hyperbaric oxygen therapy in complex wounds. *J Am Coll Clin Wound Spec*. 2014; 6 (1-2): 9-13.

56. Kranke P, MH B, M M-SJ, Schnabel A, SE D. Hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; (6).
57. Stoekenbroek RM, Santema TB, Legemate DA, Ubbink DT, Van Den Brink A, Koelemay MJW. Hyperbaric oxygen for the treatment of diabetic foot ulcers: A systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2014; 47 (6): 647-55.
58. Ueno T, Omi T, Uchida E, Yokota H, Kawana S. Evaluation of hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds. *J Nippon Med Sch*. 2014; 81 (1):4-11.
59. Margolis D, Gupta J, Hoffstad O, Papdopoulos M, Glock H, Thom S, et al. Lack of Effectiveness of Hyperbaric Oxygen Therapy for the Treatment ... *Undersea Hyperb Med*. 2013; 39 (5): 923-35.
60. Tongson L, Habawel DL, Evangelista R, Tan JL. Hyperbaric oxygen therapy as adjunctive treatment for diabetic foot ulcers. *Wounds Int*. 2013; 4 (4): 8-12.
61. Soh CR, Kim SJ, Chong SJ. Hyperbaric oxygen therapy for chronic diabetic wounds. *Trends Anaesth Crit Care*. 2013; 3 (5): 279-82.
62. O'Reilly D, Pasricha A, Campbell K, Burke N, Assasi N, Bowen JM, et al. Hyperbaric Oxygen Therapy for Diabetic Ulcers. *Int J Technol Assess Health Care*. 2013; 29 (3): 269-81.
63. Bishop AJ, Mudge E. Diabetic foot ulcers treated with hyperbaric oxygen therapy: A review of the literature. *Int Wound J*. 2014;11(1):28-34.
64. Kotsovos A. The use of hyperbaric oxygen therapy for wound healing in people with diabetes. *J Diabetes Nurs*. 2012; 16:227-32.
65. Pla de Salut de Catalunya 2016-2020 [Internet]. 1a ed. Barcelona: Generalitat de Catalunya: Direcció General de Planificació en Salut; 2016 [citat 30 abril 2018].

Disponible a:

http://salutweb.gencat.cat/web/.content/home/el_departament/Pla_salut/pla_salut_2016_2020/Documents/Pla_salut_Catalunya_2016_2020.pdf